

10/520934

PCT/JP03/09250

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE22.07.03  
REC'D 08 AUG 2003  
WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 7月22日

出願番号

Application Number:

特願2002-211883

[ST.10/C]:

[JP2002-211883]

出願人

Applicant(s):

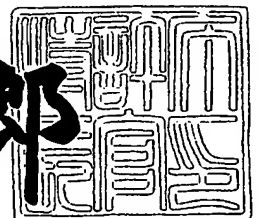
昭和電工株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 6月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3043603

【書類名】 特許願

【整理番号】 11H140236

【あて先】 特許庁長官殿

【発明者】

    【住所又は居所】 福島県喜多方市長内 7840 昭和電工株式会社内

    【氏名】 小田島 康秀

【発明者】

    【住所又は居所】 福島県喜多方市長内 7840 昭和電工株式会社内

    【氏名】 柳本 茂

【特許出願人】

    【識別番号】 000002004

    【住所又は居所】 東京都港区芝大門 1-13-9

    【氏名又は名称】 昭和電工株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100118740

    【住所又は居所】 東京都港区芝大門 1-13-9

    【氏名又は名称】 柿沼 伸司

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 010227

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 0102656

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 アルミニウム合金連続鑄造棒およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 中心軸がほぼ水平になるように保持され、強制冷却を有した筒状鑄型を用いる水平連続鑄造法にて製造されるアルミニウム合金連続鑄造棒において、連続鑄造棒の中心からの角（中心角）が30度以上の側面の表面に厚さ20  $\mu$ m以上のSiリッチ組織部を有するアルミニウム合金連続鑄造棒。

【請求項2】 Siリッチ組織部が、半径方向断面の元素分布図において面積占有率にして50%未満の初晶 $\alpha$ -Alを含有する微細Si組織であることを特徴とする請求項1に記載のアルミニウム合金連続鑄造棒。

【請求項3】 微細Si組織に含まれるSi粒子の平均粒径が0.1～5  $\mu$ mであることを特徴とする請求項2に記載のアルミニウム合金連続鑄造棒。

【請求項4】 連続鑄造棒は、Siを7～14質量%含有するアルミニウム合金であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載のアルミニウム合金連続鑄造棒。

【請求項5】 連続鑄造棒は、Caを0.003質量%以上含有するアルミニウム合金であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のアルミニウム合金連続鑄造棒。

【請求項6】 表面粗さRmaxが50  $\mu$ m以下であって表面に鑄造後のピーリング工程によるツールマーク欠陥が残らないことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のアルミニウム合金連続鑄造棒。

【請求項7】 中心軸がほぼ水平になるように保持され、強制冷却を有した筒状鑄型を用いる水平連続鑄造法であって、連続鑄造棒の中心からの角（中心角）が30度以上の側面の表面に厚さ20  $\mu$ m以上のSiリッチ組織部を有するように鑄造するアルミニウム合金連続鑄造棒の製造方法。

【請求項8】 Siを7～14質量%、Caを0.003質量%以上含有するアルミニウム合金溶湯を原料とし、鑄造条件の鑄造速度を200～1500 mm/min、鑄型に流入する溶湯の温度を該合金の液相線以上とし、材質がアルミニウム、銅もしくはそれらの合金から選ばれる1種または2種以上の組み合わせであ

って、15mm～70mmである有効モールド長を有する鋳型を用いることを特徴とする請求項7に記載のアルミニウム合金連続鋳造棒の製造方法。

【請求項9】アルミニウム合金溶湯が、Caを0.003質量%以上添加したものであることを特徴とする請求項8に記載のアルミニウム合金連続鋳造棒の製造方法。

【請求項10】添加するCaが、純度99.9質量%以上の金属Caであることを特徴とする請求項9に記載のアルミニウム合金連続鋳造棒の製造方法。

【請求項11】鋳型の溶湯と接触する内面に通気度が0.005～0.03[L/(cm<sup>2</sup>×min)]である浸透性多孔質材がリング状に装着してある鋳型を用いることを特徴とする請求項8乃至10のいずれか1項に記載のアルミニウム合金連続鋳造棒の製造方法。

【請求項12】有効モールド長のうち5～15mmに浸透性多孔質材が装着される鋳型を用いることを特徴とする請求項11に記載のアルミニウム合金連続鋳造棒の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、アルミニウムもしくはアルミニウム合金の水平連続鋳造棒とその製造方法に関する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

一般に金属の水平連続鋳造は、次のような過程を経て金属溶湯から円柱状、角柱状あるいは中空柱状の長尺鋳塊を製造する。すなわち金属溶湯を溜めるタンデューシュに入った溶湯は、耐火物製通路を通過してほぼ水平に設置され、かつ強制冷却された筒状鋳型内に入り、ここで冷却されて溶湯本体の外表面に凝固殻が形成される。鋳型から引き出された鋳塊に水などの冷却剤が直接放射され鋳塊内部まで金属の凝固が進行しつつ鋳塊が連続的に引き出される。このような金属の水平連続鋳造には原理的に困難な点が不可避免的に存在する。

##### 【0003】

その第一の困難な点は、中心軸がほぼ水平になるように鑄型が設置されているため、鑄型内の金属溶湯が重力によって鑄型下方の内壁に押しつけられ、このため鑄型内における冷却効果が下部に強く、上部に弱く働くという冷却効果のアンバランスが生じる。この結果最終凝固位置が連続鑄造棒の中心軸より上方に偏移してしまい均質な組織の鑄塊が得られないことである。

## 【0004】

そしてその第二の困難な点は、金属溶湯の鑄型壁への焼き付きを防止するため潤滑油が鑄型の入口端内周壁から注入されるが、鑄型内壁全周に均一に注入されると、鑄塊上と下面にかかる重力の差により下部壁面から上部壁面へと潤滑油は押し上げられる。更に潤滑油の加熱による分解ガスも上部壁面へと上昇することにより、鑄型内面と接触する、溶湯および鑄塊外周面を構成する凝固面との間に存在する潤滑界面が不均一質となることである。前記のごとく鑄型下方は金属溶湯と鑄型壁が接触しているので、凝固殻と鑄型壁との間に実質的なクリアランスがなく、鑄型内面と接触する、溶湯および鑄塊外周面を構成する凝固面に潤滑油が流入せず溶湯が鑄型内面に焼き付くため凝固殻が破れて未凝固状態の溶湯が流出し、大きい鑄造欠陥となるか、又はさらに進むと鑄塊がちぎれて鑄造作業が不可能になる。一方鑄型上方は潤滑油が過多の状態となるために、鑄型による溶湯の冷却が不十分となって未凝固状態の溶湯が鑄塊上部から吹き出すこととなる。

## 【0005】

金属の水平連続鑄造法におけるこのような本質的な問題の克服のため従来からいくつかの解決策が提案されている。例えば特公平8-32356号公報には、鑄型上部への潤滑油供給過多を回避するために鑄型内壁面に細孔や溝を設ける方法などが開示されている。

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、潤滑油の注入量、鑄造速度、タンディッシュ内の鑄造温度などの条件の調整が非常に微妙であるため、これらの提案も含め従来の方法では、特に実際の製造運転管理時においてこれらの条件が複雑に関係するために連続鑄造棒の鑄肌の変動を抑えることが困難であり、その結果、鑄造欠陥の原因となる焼

き付き、ブレークアウト、ピットなどが発生しやすかった。

【0007】

本発明は従来の水平連続鑄造における上記の状況を鑑み、鑄肌の欠陥やブレークアウトの発生を抑えて良品質の鑄塊を安定して連続鑄造しうる連続棒の製造方法および連続棒を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明者は、鑄塊と鑄造条件との関係について鋭意研究を行いその知見に基づいて本発明を完成するに至った。

1) 上記課題を解決するための第1の発明は、中心軸がほぼ水平になるように保持され、強制冷却を有した筒状鑄型を用いる水平連続鑄造法にて製造されるアルミニウム合金連続鑄造棒において、連続鑄造棒の中心からの角（中心角）が30度以上の側面の表面に厚さ20 $\mu$ m以上のシリッチ組織部を有するアルミニウム合金連続鑄造棒である。

2) 上記課題を解決するための第2の発明は、シリッチ組織部が、半径方向断面の元素分布図において面積占有率にして50%未満の初晶 $\alpha$ -Alを含有する微細Si組織であることを特徴とする1)に記載のアルミニウム合金連続鑄造棒である。

3) 上記課題を解決するための第3の発明は、微細Si組織に含まれるSi粒子の平均粒径が0.1 $\sim$ 5 $\mu$ mであることを特徴とする2)に記載のアルミニウム合金連続鑄造棒である。

4) 上記課題を解決するための第4の発明は、連続鑄造棒は、Siを7 $\sim$ 14質量%含有するアルミニウム合金であることを特徴とする1)乃至3)のいずれか1項に記載のアルミニウム合金連続鑄造棒である。

5) 上記課題を解決するための第5の発明は、連続鑄造棒は、Caを0.003質量%以上含有するアルミニウム合金であることを特徴とする1)乃至4)のいずれか1項に記載のアルミニウム合金連続鑄造棒である。

6) 上記課題を解決するための第6の発明は、表面粗さRmaxが50 $\mu$ m以下であって表面に鑄造後のピーリング工程によるツールマーク欠陥が残らないこと

を特徴とする 1) 乃至 5) のいずれか 1 項に記載のアルミニウム合金連続鑄造棒である。

7) 上記課題を解決するための第 7 の発明は、中心軸がほぼ水平になるように保持され、強制冷却を有した筒状鑄型を用いる水平連続鑄造法であって、連続鑄造棒の中心からの角（中心角）が 3 0 度以上の側面の表面に厚さ 2 0  $\mu$  m 以上の S i リッチ組織部を有するように鑄造するアルミニウム合金連続鑄造棒の製造方法である。

8) 上記課題を解決するための第 8 の発明は、S i を 7 ~ 1 4 質量%、C a を 0 . 0 0 3 質量%以上含有するアルミニウム合金溶湯を原料とし、鑄造条件の鑄造速度を 2 0 0 ~ 1 5 0 0 mm/min、鑄型に流入する溶湯の温度を該合金の液相線以上とし、材質がアルミニウム、銅もしくはそれらの合金から選ばれる 1 種または 2 種以上の組み合わせであって、1 5 mm ~ 7 0 mm である有効モールド長を有する鑄型を用いることを特徴とする 7) に記載のアルミニウム合金連続鑄造棒の製造方法である。

9) 上記課題を解決するための第 9 の発明は、アルミニウム合金溶湯が、C a を 0 . 0 0 3 質量%以上添加したものであることを特徴とする 8) に記載のアルミニウム合金連続鑄造棒の製造方法である。

1 0) 上記課題を解決するための第 1 0 の発明は、添加する C a が、純度 9 9 . 9 質量%以上の金属 C a であることを特徴とする 9) に記載のアルミニウム合金連続鑄造棒の製造方法である。

1 1) 上記課題を解決するための第 1 1 の発明は、鑄型の溶湯と接触する内面に通気度が 0 . 0 0 5 ~ 0 . 0 3 [L / (cm<sup>2</sup> × min)] である浸透性多孔質材がリング状に装着してある鑄型を用いることを特徴とする 8) 乃至 1 0) のいずれか 1 項に記載のアルミニウム合金連続鑄造棒の製造方法である。

1 2) 上記課題を解決するための第 1 2 の発明は、有効モールド長のうち 5 ~ 1 5 mm に浸透性多孔質材が装着される鑄型を用いることを特徴とする 1 1) に記載のアルミニウム合金連続鑄造棒の製造方法である。

【 0 0 0 9 】

本発明では、S i リッチ組織部の厚さは次のように定義する。まず厚さを求め

るためには例えば次のような方法で組織の観察をする。

(a) 試料のサンプリング箇所・方法・前処理

製造した連続鑄造棒から無作為に試料を抜き取り、さらに鑄造棒(101)の鑄型上部に対応する位置の側面表面から2~5mm角の試料用小片(306)を切り出す。この小片をミクロトームにて薄片状にスライスして半径方向の断面の観察用試料とする。ミクロトームを使用するのは観察面が鑄塊のごく表面に相当するため、通常の切断では観察面にダレが生じ良好な観察ができないため、これを克服できれば他の手段でも構わない。

同様に側面の円周方向各所から小片を切り出し試料とする。

【0010】

(b) 測定装置・測定条件

FE-AES(電界放射型オージェ電子顕微鏡)装置を用いて、半径方向断面のAlまたはSiの元素分布を求める。FE-AES装置は、例えば、MICROLAB-310F(VG社製)を用いることができる。観察条件は、例えば、加速電圧:10kV 試料電流:0.8~2.7nA 倍率:×1000とする。

【0011】

表面の観察のため、オージェ電子顕微鏡を使用した。測定としては2次電子顕微鏡やEPMAでも測定可能である。

【0012】

(c) 厚さその他の情報の読み取り方:

得られたオージェ電子顕微鏡の画像の模式図を図3(b)に示す。オージェ電子顕微鏡の画像上において、鑄塊表面より鑄塊中心に向う任意の10μm四方の領域についてα-Al(303)の面積占有率を求め、その値が50%未満の領域をシリッチ組織部(104)とし、鑄塊表面から鑄塊中心方向へのその領域の幅をシリッチ組織部の厚さ(302)とする。

ここで、得られた電子顕微鏡の画像より上記のごとく指定した領域について点算法から算出したα-Alの面積の比を面積占有率とする。

【0013】

また、オージェ電子顕微鏡の画像から画像処理によって読み取ったシリッチ

組織部の Si 粒子 (304) の径の平均値を、微細 Si 組織に含まれる Si 粒子の平均粒径とする。

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】

本発明のアルミニウム合金連続鑄造棒について説明する。

本発明のアルミニウム合金連続鑄造棒は水平連続鑄造法により製造され、鑄造棒の直径は 10 mm ~ 100 mm の範囲とすることができる。この範囲以外でも対応は可能であるが、工業的に後工程の塑性加工、例えば鍛造、ロールフォーミング、引抜き加工、転動加工、インパクト加工等の設備が小規模かつ安価であるためこの範囲内が好ましい。直径を変更して鑄造する場合は、該直径に対応する内径を有する着脱可能な筒状鑄型に交換し、それに合わせて溶湯温度、鑄造速度を変更することにより対応可能である。冷却水量、潤滑油量の設定も必要に応じて変更設定する。

#### 【0015】

本発明の連続鑄造棒 (101) は、棒の中心 (102) から角度 (中心角 (103)) が 30 度以上 (好ましくは 40 度以上。) の範囲の側面表面に厚さ 20  $\mu$ m 以上 (好ましくは 30 ~ 100  $\mu$ m。) の Si リッチ組織部 (104) を有するアルミニウム合金連続鑄造棒である。鑄型表面との摩擦による未凝固溶湯の噴出しを抑制でき、かつ後工程の塑性加工の障害にならないため好ましい。中心角 30 度未満、厚さ 20  $\mu$ m 未満では、効果が充分得られないからである。

#### 【0016】

断面積の面積占有率にして 50 % 未満の  $\alpha$ -Al を含有する微細 Si 組織であることが好ましい。この範囲であると形成された組織が微細 Si 組織部以外の部分に比べてより硬度が高まり、鑄造の安定運転性をより向上させるため好ましい。

#### 【0017】

微細 Si 組織に含まれる Si 粒子の平均粒径が 0.1 ~ 5  $\mu$ m であることが好ましい。この範囲であると形成された微細 Si 組織が鑄造棒の側面に形成される凝固殻をより強固にし、鑄型表面との摩擦による未凝固溶湯の噴出しを抑制できる

ので好ましい。また後工程の塑性加工の障害にならないので好ましい。微細 Si 組織を有している表面は金属性の光沢を有している。

## 【0018】

本発明の連続鑄造棒は、長時間の鑄造運転時において鑄塊の鑄型内面への焼き付きや鑄塊のちぎれあるいは溶湯の吹き出しの発生を抑えることができる。その結果、潤滑油供給量、鑄造速度などの運転条件の調整頻度を抑えることができ、安定した運転を実施することができる。

## 【0019】

その作用メカニズムは以下のように推定することができる。本発明の連続鑄造棒は連続鑄造棒の中心からの角（中心角）が30度以上の側面の表面に厚さ20  $\mu$ m以上のSiリッチ組織部を有するので、その鑄塊表面の硬度は従来に比べて相対的に硬くなっている。その結果、鑄塊と鑄型内壁との接触抵抗に対し凝固殻がより強固になり、焼き付き等の鑄造欠陥が発生しづらくなると考えることができる。また微細Si組織を有する部分は金属光沢を有しており、その部分の硬度はその他の部分と比較して高くなっている。ほぼ水平に保持されている筒状鑄型の上方の部分は、潤滑油が過多状態となっているために冷却が不十分となっていると考えられる。この部分にSiリッチ組織部が形成されることにより鑄型の上方、すなわち鑄塊の上部の凝固状態が安定し未凝固溶湯の吹き出しを抑制できると考えることができる。

## 【0020】

本発明の連続鑄造棒は、Caを0.003質量%以上（より好ましくは0.006質量%以上。）含有することが好ましい。鑄塊表面の硬度をより硬くすることができるからである。その結果、前述の作用の効果をより高めることができる。

## 【0021】

本発明の連続鑄造棒は、後工程の塑性加工、例えば鍛造、ロールフォーミング、引抜き加工、転動加工、インパクト加工等の素材として用いられる。あるいは、バーマシニングやドリリング加工などの機械加工等の素材として用いられる。この場合、鑄造後に、後工程の前に必要に応じて微細Si組織をピーリング加工

により除去する。この時、本発明の連続鑄造棒においては、ピーリング加工に用いられる切削工具例えばバイトなどに比べれば、S i リッチ組織は著しい硬度差があるわけではないので問題なく加工ができる。むしろS i リッチ組織の箇所では切粉が分断されるために、切粉が切削工具に絡みつくななどの加工の障害を抑えることができる。その結果本発明の鑄造棒は切削性が改善されたものとなり、ピーリング加工の仕上がり状態が良好になり、後工程の鍛造工程での鍛造性が良好となり寸法精度等品質の向上と金型寿命の向上等が得られる。この時、連続鑄造棒は、表面にピーリング処理が施されて、その結果、表面粗さR m a xが5 0 μ m以下であってツールマーク欠陥が残っていない好ましいものとなる。ここで、ツールマーク欠陥とは、外観検査で検出される、ピーリング工程で用いるバイトなどの切削工具に切りくずなどが挟み込まれることにより発生するスクラッチ状のキズのことである。

#### 【 0 0 2 2 】

また、外周面上部に強い金属光沢を有する部分を含む極めて平滑な鑄肌を呈しているので鑄塊内部には空洞欠陥が存在することはなく良好な鍛造用素材とすることができる。

#### 【 0 0 2 3 】

本発明の連続鑄造棒は、ピーリング加工を施すことなく適当な加熱処理を施すことにより、後工程となる成形加工に耐え得る機械的特性を得ることも可能である。

#### 【 0 0 2 4 】

本発明に用いる装置の一例とそれを用いた製造方法を説明する。本発明で用いる水平連続鑄造法は、公知の水平連続鑄造法を用いることができ、例えば、中心軸がほぼ水平になるように保持された強制冷却を有した筒状鑄型の内壁面に気体、液体潤滑材、その加熱分解気体から選ばれるいずれか1種または2種以上の流体を供給し、該筒状鑄型の一端にS iを含有するアルミニウム合金溶湯を供給して柱状金属溶湯本体を形成し、該柱状金属溶湯本体を該筒状鑄型にて凝固させて形成した鑄塊を、該筒状鑄型の他端から引き抜く水平連続鑄造法とすることができる。

## 【 0 0 2 5 】

図 2 は本発明に用いる連続鑄造装置の鑄型付近の一例を示すものである。

タンディッシュ ( 2 5 0 ) 中に貯留された合金溶湯 ( 2 5 5 ) が耐火物製板状体 ( 2 1 0 ) を経て筒状鑄型 ( 2 0 1 ) に供給されるように、タンディッシュ ( 2 5 0 ) 、耐火物製板状体 ( 2 1 0 ) 、筒状鑄型 ( 2 0 1 ) が配置されている。筒状鑄型 ( 2 0 1 ) は中心軸 ( 2 2 0 ) がほぼ水平になるように保持されている。合金溶湯が凝固鑄塊 ( 2 1 6 ) となるように、筒状鑄型の内部には鑄型の強制冷却手段、筒状鑄型の出口には鑄塊の強制冷却手段が配設されている。図 2 では、鑄塊を強制冷却する手段の例として、冷却水シャワー装置 ( 2 0 5 ) が設けられている。筒状鑄型の出口の近くには、鑄塊の強制冷却された凝固鑄塊 ( 2 1 6 ) が一定速度で引き出され連続的に鑄造されるように駆動装置 ( 図示せず。 ) が設置されている。さらに引き出された鑄造棒を所定の長さに切断する同調切断機 ( 図示せず。 ) が配設されている。

## 【 0 0 2 6 】

図 2 に示すように、筒状鑄型 ( 2 0 1 ) は、中心軸 ( 2 2 0 ) がほぼ水平状になるように保持され、鑄型冷却水キャビティ ( 2 0 4 ) 内に冷却水 ( 2 0 2 ) を通して鑄型壁面を冷却することにより鑄型内に充満した柱状金属溶湯 ( 2 1 5 ) の熱を鑄型壁に接触する面から奪ってその表面に凝固殻を形成する鑄型の強制冷却手段と、鑄型出口側端末において鑄塊に直接冷却水を当てるように冷却水シャワー装置 ( 2 0 5 ) から冷却水を放出して鑄型内の溶湯を凝固させる強制冷却手段を有した筒状鑄型 ( 2 0 1 ) である。さらに、筒状鑄型は、その冷却水シャワー装置の噴出口と反対側の一端は耐火物製板状体 ( 2 1 0 ) を介してタンディッシュ ( 2 5 0 ) に接続されている。図 2 では、冷却水供給管 ( 2 0 3 ) を介して鑄型の強制冷却のための冷却水、鑄塊の強制冷却のための冷却水を供給しているが、それぞれ別々に冷却水を供することもできる。

## 【 0 0 2 7 】

冷却水シャワー装置の噴出口の中心軸の延長線が鑄造された鑄塊表面に当たる位置から、鑄型と耐火物製板状体との接触面までの長さを有効モールド長 ( 図 4 符合 L 参照。 ) と言い、 1 5 m m ~ 7 0 m m であるのが好ましい。連続鑄造棒の

中心からの角（中心角）が30度以上の側面の表面に厚さ20 $\mu$ m以上のシリッチ組織部が十分に形成されるからである。この有効モールド長が15mm未満では良好な皮膜が形成されない等から鑄造不可となる、70mmを超えると強制冷却の効果が無く、鑄型壁による凝固が支配的になって、鑄型と溶湯もしくは凝固殻との接触抵抗が大きくなって、鑄肌に割れが生じたり、鑄型内部で千切れたりする等、鑄造が不安定になるので好ましくはない。

## 【0028】

鑄型の材質はアルミニウム、銅、もしくはそれらの合金から選ばれる1種または2種以上の組み合わせであるのが好ましい。熱伝導性、耐熱性、機械強度の点から材質の組み合わせを選ぶことができる。

## 【0029】

さらに鑄型の溶湯と接触する面にリング状に、自己潤滑性を保有した浸透性多孔質材（222）を装填した鑄型であるのが好ましい。リング状とは、筒状鑄型内壁面の円周方向の全体に装着した状態である。浸透性多孔質材の通気度が0.005~0.03[L/(cm<sup>2</sup>×min)]（より好ましくは0.07~0.02[L/(cm<sup>2</sup>×min)]。）であるのが好ましい。装着する浸透性多孔質材の厚さは特に限定されないが、2~10mm（より好ましくは3~8mm。）であることが好ましい。連続鑄造棒の中心からの角（中心角）が30度以上の側面の表面に厚さ20 $\mu$ m以上のシリッチ組織部が十分に形成されるからである。浸透性多孔質材として、例えば通気度が0.008~0.012[L/(cm<sup>2</sup>×min)]の黒鉛を用いることができる。ここで通気度とは5mmの厚さの試験片に対して圧力2[kg/cm<sup>2</sup>]の空気の毎分の通気量を測定したものである。

## 【0030】

有効モールド長のうち5~15mmに浸透性多孔質材が装着されている筒状鑄型を用いることが好ましい。連続鑄造棒の中心からの角（中心角）が30度以上の側面の表面に厚さ20 $\mu$ m以上のシリッチ組織部が十分に形成されるからである。耐火物製板状体、筒状鑄型、浸透性多孔質材の合わせ面にはOリング（213）を介して配設するのが好ましい。

## 【0031】

筒状鑄型の半径方向断面の内壁の形状は、円状以外に、三角形や矩形断面形状もしくは対称軸や対称面を持たない異形断面形状を有した形状でも良い。あるいは、中空鑄塊を成形する場合は、鑄型内部に中子を保持したもので良い。そして筒状鑄型は、両端が開放された筒状鑄型であって、耐火物製板状体に穿設された注湯口を介して一端から筒状内部へ溶湯が進入し、他端から凝固した鑄塊が押し出、または引き出される。

## 【0032】

鑄型内壁面は鑄塊の引出し方向に向けて鑄型中心軸（220）と0～3度（より好ましくは0～1度。）の仰角で形成されている。仰角0度未満では鑄塊が鑄型から引き出される際に鑄型出口で抵抗を受けるために鑄造が不可能となり、一方3度を越えると、鑄型内壁面の溶湯柱への接触が不十分になり、溶湯や凝固殻から鑄型への抜熱効果が低下することによって凝固が不十分となる。その結果、鑄塊表面に再溶融肌が生じるまたは鑄型端部から未凝固の溶湯が噴出するなどの鑄造トラブルにつながる可能性が高くなるので好ましくない。

## 【0033】

タンディッシュは、外部の溶解炉等によって規定の合金成分に調整されたアルミニウム合金溶湯を受ける溶湯流入部（251）、溶湯保持部（252）、鑄型への流出部（253）から構成されている。タンディッシュは、溶湯の液面レベル（254）を鑄型上面より高い位置に維持し、かつ多連鑄造の場合には、各鑄型に溶湯を安定的に分配するものである。タンディッシュ内の溶湯保持部に保持された溶湯は耐火物製板状体に設けられた注湯口（211）から鑄型に注湯されている。

## 【0034】

耐火物製板状体（210）はタンディッシュと鑄型とを隔てるためのものである。耐火断熱性を備えている材質のもを用いることができ、例えば、（株）ニチアス製ルミボード、フォセコ（株）製インシュラル、イビデン（株）製ファイバーブランケットボードを挙げることができる。耐火物製板状体は注湯口を形成できるような形状を有している。注湯口は耐火物製板状体が筒状鑄型の内壁面より

内側に張り出した部分に1個または1個以上形成することができる。

【0035】

符号208は流体を供給する流体供給管である。流体としては潤滑流体を挙げることができる。流体は、気体、液体潤滑材から選ばれるいずれか1種または2種以上の流体とすることができる。気体、液体潤滑材の供給管は別々に設けることが好ましい。流体供給管(208)から加圧供給された流体は環状通路(224)を通過して筒状鋳型と耐火物製板状体との間の隙間に供給される。鋳型が耐火物製板状体に面する部位に200 $\mu$ m以下の隙間が形成されているのが好ましい。この隙間は、溶湯が差し込まない程度で、流体が、鋳型内壁面へ流出できる程度の大きさである。図2に示した形態では、環状通路(224)は筒状鋳型に装着された浸透性多孔質材(222)の外周面側に対峙して穿設され、流体はかけられた圧力によって浸透性多孔質材の内部に浸透して溶湯と接触する浸透性多孔質の全面に送られ、筒状鋳型の内壁面(221)に供給される。液体潤滑材は加熱されて分解気体となって、筒状鋳型の内壁面に供給される場合もある。

【0036】

その結果、筒状鋳型の浸透性多孔質面と、金属の柱状溶湯本体外周面及び凝固殻外周面と間の潤滑を良くすることができる。浸透性多孔質材をリング状に装着することによりより良好な潤滑効果が得られ、連続鋳造棒の中心からの角(中心角)が30度以上の側面の表面に厚さ20 $\mu$ m以上のシリッチ組織部を有するアルミニウム合金連続鋳造棒を容易に鋳造することができる。

【0037】

供給された気体、液体潤滑材、液体潤滑材の分解した気体から選ばれるいずれか1種または2種以上により、隅部空間(230)が形成される。

【0038】

本発明の製造方法について説明する。

図2においてタンディッシュ(250)中の合金溶湯は耐火物製板状体(210)を経て、中心軸がほぼ水平になるように保持された筒状鋳型(201)に供給され鋳型の出口にて強制冷却されて凝固鋳塊(216)となる。凝固鋳塊(216)は鋳型の出口近くに設置された駆動装置により一定速度で引き出されるた

め連続的に鑄造されて鑄造棒になる。引き出された鑄造棒は同調切断機によって所定の長さに切断される。

## 【 0 0 3 9 】

このとき、成分組成、溶湯の温度、鑄型の有効モールド長は、連続鑄造棒の中心からの角（中心角）が30度以上の側面の表面に厚さ20 $\mu$ m以上のシリッチ組織部を有するように設定してアルミニウム合金連続鑄造棒を鑄造する。これにより柱状金属溶湯の凝固界面（217）の状態が安定し、隅部空間（230）の状態が安定すると考えられ、その結果、安定した鑄造運転ができる。

## 【 0 0 4 0 】

タンディッシュ内に貯留するアルミニウム合金の溶湯（255）の組成について説明する。組成は、Siを7～14質量%（より好ましくは8～13質量%。さらに好ましくは12～13質量%。）含有、金属Caを0.003質量%以上（より好ましくは0.003～0.03質量%。）含有したアルミニウム溶湯であるのが好ましい。他の成分としては鉄が0.1～0.5質量%、銅が2.0～9.0質量%、Mnが0～0.5質量%、Mgが0.2～1.0質量%であるのが好ましい。

## 【 0 0 4 1 】

特に、Siを8～13質量%含有するものは、鑄塊中のアルミとケイ素が微細な層状構造を構成するため機械的特性に優れ、かつ硬質なケイ素により耐摩耗性が向上するために好ましい。

## 【 0 0 4 2 】

ここでCaの合金中の含有量と添加量との関係について説明する。

不可避免的に混入するCaが存在する場合には、合金中の含有量として分析により得られる値に現れるCa量は、（1）原料から不可避免的に混入するCa（混入源は主に原料として使用される金属ケイ素。）と、（2）溶湯に添加するCaとの総計である。例えば、Ca無添加の鑄塊において検出されるものは原料より不可避免的に混入するCaであり、添加した場合はそれとの差分が添加したCaの量となる。

## 【 0 0 4 3 】

本発明では、合金中に含有されるCa量が0.003質量%以上であることが好ましい。特に、添加するCa量が0.003質量%以上であることが好ましい。鑄塊中の添加したCa量と不可避Ca量との合計値は、0.005質量%以上であることが好ましい。シリッチ組織部の形成が促進されると共に、鑄塊中のケイ素粒子が微細化するため機械的特性が向上するからである。

## 【0044】

不可避混入のCaは原料の金属ケイ素に含まれた状態で混入するため、珪酸カルシウムの形態をしていると考えられ、一方、添加したCaは酸化物を形成することなくアルミニウム合金溶湯中に存在すると考えられるので、シリッチ組織部の形成が促進されると共に、鑄塊中のケイ素粒子を微細化させるためには、添加するCa量が0.003質量%以上であることが好ましいと考えられる。

## 【0045】

添加するCaは純度が99.9質量%以上の金属Caであるのが好ましい。形状は粒状であるのが作業上好ましい。Ca以外の元素について一通りの成分調整が終了したのちに、粒状のCaを溶湯中に投入する。投入の際に酸化防止のためアルミ箔で包んだ状態で投入するのが好ましい。

## 【0046】

鑄塊の合金成分の組成比は、例えば、JIS H 1305に記載されているような光電測光式発光分光分析装置（装置例：島津製作所製PDA-5500）による方法により確認できる。

## 【0047】

タンディッシュ内に貯留された溶湯の液面（254）の高さと鑄型内壁上面との高さの差を0～250mm（より好ましくは50～170mm。）とするのが好ましい。鑄型内に供給される溶湯の圧力と潤滑油および潤滑油が気化したガスとが好適にバランスするため鑄造性が安定し、連続鑄造棒の中心からの角（中心角）が30度以上の側面の表面に厚さ20μm以上のシリッチ組織部を有するアルミニウム合金連続鑄造棒を容易に製造できるからである。タンディッシュに溶湯の液面の高さを測定しモニターするためにレベルセンサーを設けることにより精度良くこの差を管理し所定の値に維持することができる。

## 【 0 0 4 8 】

液体潤滑材は、潤滑油である植物油を用いることができる。例えば菜種油、ひまし油、サラダ油を挙げることができる。環境への悪影響が小さいので好ましい。

## 【 0 0 4 9 】

潤滑油供給量は0.05～5 mL/分（より好ましくは0.1～1 mL/分。）であるのが好ましい。連続鑄造棒の中心からの角（中心角）が30度以上の側面の表面に厚さ20  $\mu$ m以上のSiリッチ組織部が十分に形成されるからである。供給量が過少だと潤滑不足により鑄塊のブレイクアウトが発生し、過多だと余剰分が鑄塊中に混入し内部欠陥となるためである。

## 【 0 0 5 0 】

鑄型から鑄塊を引抜く速度である鑄造速度は200～1500 mm/分（より好ましくは400～1000 mm/分。）であるのが好ましい。連続鑄造棒の中心からの角（中心角）が30度以上の側面の表面に厚さ20  $\mu$ m以上のSiリッチ組織部が十分に形成され、その結果、製造条件の変動による鑄造性の悪化が起こらず、かつ大きな冷却速度により鑄塊組織を微細均一にすることができるからである。

## 【 0 0 5 1 】

冷却水シャワー装置から放出される冷却水量は鑄型当り5～30 L/分（より好ましくは25～30 L/分。）であるのが好ましい。冷却水量が過少だと連続鑄造棒の中心からの角（中心角）が30度以上の側面の表面に厚さ20  $\mu$ m以上のSiリッチ組織部の形成が不十分となり、その結果ブレイクアウトが生じたり、鑄塊表面が再溶融し不均一な組織が形成され内部欠陥として残存する恐れがある。一方、冷却水量が過多だと鑄型の抜熱が大き過ぎて鑄造不可になるためである。

## 【 0 0 5 2 】

タンディッシュ内から鑄型へ流入する溶湯の平均温度は600～750℃（より好ましくは640～680℃。）であるのが、連続鑄造棒の中心からの角（中心角）が30度以上の側面の表面に厚さ20  $\mu$ m以上のSiリッチ組織部が充分

に形成されるので好ましい。溶湯の温度が低すぎると鑄型およびそれ以前で粗大な晶出物を形成し鑄塊内部に内部欠陥として取り込まれる。一方、溶湯の温度が高すぎると、溶湯中に大量の水素ガスが取り込まれ、鑄塊中にポロシティーとして取り込まれ、内部欠陥となるからである。

## 【 0 0 5 3 】

## 【実施例】

## [実施例 1～4]

12質量%のSiを含有するアルミニウム合金に金属Caを0.003質量%（実施例1）、0.006質量%（実施例2）、0.01質量%（実施例3）、0.03質量%（実施例4）添加した溶湯を、図2に示した装置を用いて、直径30mmのピレットに水平連続鑄造した。鑄造条件は次に示した。浸透性多孔質鑄型には通気率 $0.01 [L / (cm^2 \times min)]$ の黒鉛を用いた。

- (1) タンディッシュ内溶湯レベルと鑄型内壁上面とのレベル差：150mm
- (2) 潤滑油：菜種油
- (3) 潤滑油供給量：0.2mL/分
- (4) 鑄造速度：900mm/分
- (5) 冷却水供給量：25 L/分
- (6) タンディッシュ内溶湯温度平均：660℃

## 【 0 0 5 4 】

## [比較例 1]

金属Caの添加を行わない以外は実施例1と同一条件で水平連続鑄造を実施した。

## 【 0 0 5 5 】

各実施例と比較例1について、図5に、横軸を運転時間とし、縦軸に鑄造トラブル頻度（30分単位中のトラブル発生回数。）の状態を示した。鑄造トラブルとは、ブレークアウトやチギレによる鑄造運転の停止を示し、鑄造運転停止後にはただちに鑄型を交換し再スタートした。

## 【 0 0 5 6 】

実施例1～4は各々実操業ののべ100回の運転において、鑄造状態が安定し

、溶湯の吹き出しやちぎれなどの操業トラブルの発生を低減することができた。  
得られた鑄造棒は外周面の上部に強い金属光沢を有する部分を含む極めて平滑な  
鑄肌を呈し、鑄塊内部には空洞欠陥は存在していなかった。

## 【 0 0 5 7 】

この金属光沢部について、その組織を観察したところ、面積占有率にして 5 0  
%未満の  $\alpha$ -A l を含有する微細 S i 組織を呈していることが分かった。

## 【 0 0 5 8 】

比較例 1 の鑄造では、実操業ののべ 1 0 0 回の運転において、鑄造状態は不安  
定であり、また鑄肌の表面状態に変動があった。鑄造棒の鑄型内面への焼き付き  
や鑄造棒のちぎれあるいはちぎれによる鑄型からの溶湯の吹き出しが発生し、そ  
の度運転を停止して、潤滑油供給量、鑄造速度の少なくとも片方の調整を行う必  
要があり生産効率が悪かった。また、得られた鑄造棒の表面を肉眼で観察したと  
ころ、上面の鑄肌には周期的なうろこ状模様、下面の鑄肌には大小の焼き付きが  
観察され、表面の異常状態が鑄塊内部深くまで影響していた。

## 【 0 0 5 9 】

各実施例と比較例 1 について、合金の組成の分析結果を表 1 に、S i リッチ組  
織部の測定結果を表 2、3 に示す。

## 【 0 0 6 0 】

【表 1】

[質量%]

	Ca添加量(質量%)	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Ca
実施例1	0.003	11.50	0.27	4.26	0.26	0.56	0.009	0.013	0.005	0.005	0.0050
実施例2	0.006	11.49	0.28	4.23	0.25	0.57	0.008	0.012	0.008	0.006	0.0076
実施例3	0.01	11.39	0.28	4.21	0.26	0.58	0.008	0.013	0.005	0.006	0.0118
実施例4	0.03	11.39	0.28	4.29	0.25	0.57	0.008	0.014	0.005	0.007	0.0355
実施例5	0.003	11.44	0.25	4.15	0.25	0.55	0.008	0.013	0.007	0.007	0.0047
実施例6	0.006	11.28	0.27	4.22	0.26	0.55	0.009	0.014	0.006	0.008	0.0081
実施例7	0.01	11.18	0.24	4.19	0.26	0.57	0.008	0.012	0.008	0.007	0.0093
実施例8	0.03	11.23	0.27	4.08	0.25	0.56	0.007	0.015	0.007	0.005	0.0347
比較例1	0	11.45	0.24	4.18	0.25	0.57	0.008	0.012	0.004	0.005	0.0019
比較例2	0	11.48	0.25	4.2	0.25	0.58	0.008	0.011	0.005	0.005	0.0017

【0061】

【表2】

	シリッチ組織部厚さ( $\mu\text{m}$ )	Ca添加量(質量%)
実施例1	18	0.003
実施例2	25	0.006
実施例3	23	0.01
実施例4	32	0.03
実施例5	20	0.003
実施例6	23	0.006
実施例7	28	0.01
実施例8	35	0.03
比較例1	10	0
比較例2	0	0

【0062】

【表3】

	光沢部角度( $^{\circ}$ )	Ca添加量(質量%)
実施例1	50	0.003
実施例2	59	0.006
実施例3	55	0.01
実施例4	72	0.03
実施例5	38	0.003
実施例6	46	0.006
実施例7	55	0.01
実施例8	63	0.03
比較例1	19	0
比較例2	0	0

【0063】

[実施例5～8]

12質量%のSi、4質量%のCu、0.5質量%のMgを含有するアルミニウム合金に金属Caを0.003質量%（実施例5）、0.006質量%（実施例6）、0.01質量%（実施例7）、0.03質量%（実施例8）添加した溶湯を、図2に示した装置を用いて、直径50mmのピレットに水平連続鋳造した。

鑄造条件は次に示した。浸透性多孔質鑄型には通気率  $0.01 [L / (cm^2 \times min)]$  の黒鉛を用いた。

- (1) タンディッシュ内溶湯レベルと鑄型内壁上面とのレベル差：170 mm
- (2) 潤滑油：菜種油
- (3) 潤滑油供給量：0.3 mL / 分
- (4) 鑄造速度：900 mm / 分
- (5) 冷却水供給量：30 L / 分
- (6) タンディッシュ内溶湯温度平均：660℃

【0064】

[比較例 2]

金属Caの添加を行わない以外は実施例5と同一条件で水平連続鑄造を実施した。

【0065】

各実施例と比較例2について、図6に、横軸を運転時間とし、縦軸に鑄造トラブル頻度の状態を示した。本実施例での連続鑄造結果は実施例1と同様に鑄造欠陥の激減した良好なものであった。のべ100回の鑄造において鑄造状態が極めて安定し、溶湯の吹き出しやちぎれなどの操業トラブルを低減することができた。

【0066】

また鑄肌上面に形成される強い金属光沢を有する部分について硬度の測定を行った。金属Caを添加した実施例5～8の鑄塊表面の硬度は添加しない比較例2のものに比べて相対的に高くなっていた。また金属Caを添加したものに見られた金属光沢部の硬度はその他の部分と比較して高く、これが鑄型上方の潤滑過多による冷却不十分な部分に形成されることにより鑄塊上部からの吹き出しを抑制できたと考えられる。

【0067】

この金属光沢部について、その組織を観察したところ、面積占有率にして50%未満の $\alpha$ -Alを含有する微細Si組織を呈していることが分かった。

【0068】

これに対し、比較例 2 の鑄造ではのべ 1 0 0 回の鑄造において、鑄造状態は不安定であり、また鑄肌の表面状態に変動があった。鑄造棒の鑄型内面への焼き付きや鑄造棒のちぎれあるいはちぎれによる鑄型からの溶湯の吹き出しが発生し、その度運転を停止して、潤滑油供給量、鑄造速度の少なくとも片方の調整を行う必要があり生産効率が悪かった。比較例 2 の金属 C a 無添加のものについては、上面の鑄肌は周期的なうろこ状模様を呈し、その組織は S i リッチ組織は確認できず鑄塊内部の組織と差異のないものであった。

## 【 0 0 6 9 】

各実施例と比較例 2 について、合金の組成の分析結果、S i リッチ組織部の測定結果を表 1 ～ 3 に併せて示す。

## 【 0 0 7 0 】

各実施例の微細 S i 組織に含まれる S i 粒子の平均粒径の測定結果を表 4 に示す。

## 【 0 0 7 1 】

【表 4】

	Si平均粒径(μm)	Ca添加量(質量%)
実施例1	1.0	0.003
実施例2	1.1	0.006
実施例3	0.9	0.01
実施例4	1.1	0.03
実施例5	0.9	0.003
実施例6	0.8	0.006
実施例7	1.1	0.01
実施例8	1.2	0.03

## 【 0 0 7 2 】

[実施例 9、10、11、12]

通気度が、0.008 [L/(cm<sup>2</sup>×min)] (実施例 9)、0.012 [L/(cm<sup>2</sup>×min)] (実施例 10)、0.001 [L/(cm<sup>2</sup>×min)] (実施例 11)、0.1 [L/(cm<sup>2</sup>×min)] (実施例 12) である浸透性多孔質材を用いた以外は実施例 5 と同一条件で水平連続鑄造を実施した。

実施例 9、10 は実施例 5 と同等の結果を得られた。実施例 11 では、運転を停止するトラブルの急増はなかったが、潤滑効果が不十分となり、鑄肌表面に焼き付きが発生したり、鑄塊が千切れたり、運転が不安定となる傾向があった。実施例 12 では、運転を停止するトラブルの急増はなかったが、潤滑油が過多状態となり、冷却不十分による湯抜けや、鑄肌や鑄塊内部への介在物の巻き込みが発生し、運転が不安定となる傾向があった。

### 【0073】

#### 【発明の効果】

以上のように、この発明によれば、連続鑄造棒の中心からの角（中心角）が 30 度以上の側面の表面に厚さ 20  $\mu$ m 以上のシリッチ組織部を有するように鑄造するアルミニウム合金連続鑄造棒の製造方法であるので、安定した鑄造運転を実現できた。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の連続鑄造棒の説明図である。（a）は連続鑄造棒の外観概略図である。（b）は、連続鑄造棒の半径方向の断面概略図である。

【図 2】本発明の製造方法に用いる製造装置の一例の概略断面図である。

【図 3】本発明の連続鑄造棒のシリッチ組織の説明図である。（a）は、連続鑄造棒の半径方向の断面からの試料片採取の説明図である。（b）は試料片の元素分布画像の模式図である。

【図 4】本発明の製造方法に用いる製造装置の一例の説明図である。

【図 5】本発明の実施例のデータを示す図である。

【図 6】本発明の別の実施例のデータを示す図である。

#### 【符号の説明】

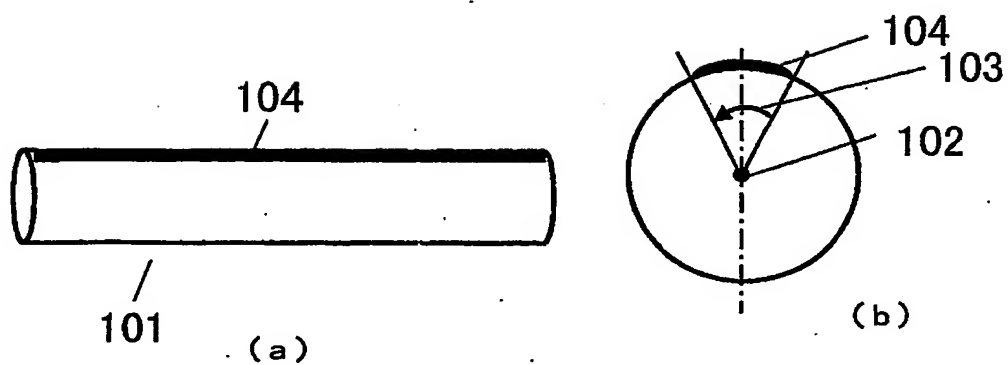
101：鑄造棒、102：連続鑄造棒の中心、103：中心角、104：シリッチ組織部、

201：筒状鑄型、202：冷却水、203：冷却水供給管、204：鑄型冷却水キャビティ、205：冷却水シャワー装置、208：流体供給管、210：耐火物製板状体、211：注湯口、213：リング、215：柱状金属溶湯、216：凝固鑄塊、217：凝固界面、220：鑄型中心軸、221：鑄型内壁面

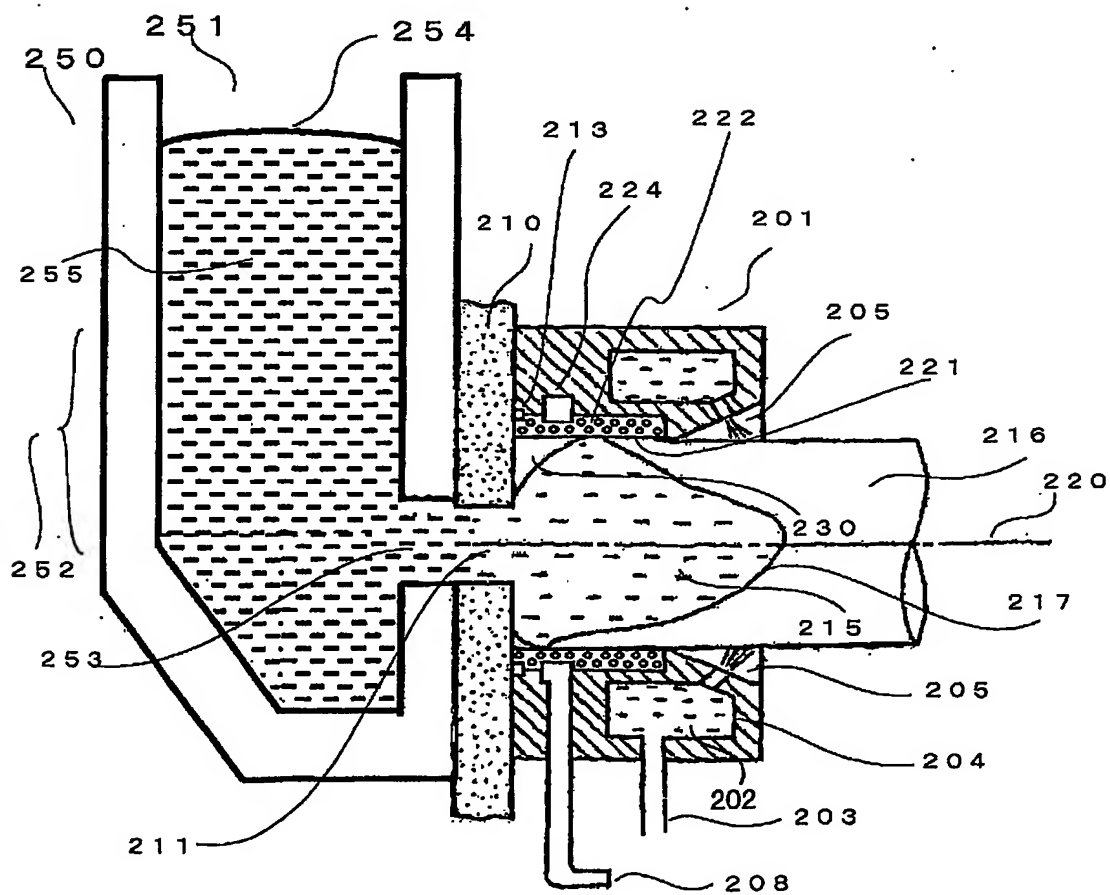
、222：浸透性多孔質材、224：環状通路、230：隅部空間、250：タンディッシュ、251：溶湯流入部、252：溶湯保持部、253：鑄型への流出部、254：溶湯の液面レベル、255：貯留された合金溶湯、  
302：シリッチ組織部の厚さ、303：初晶 $\alpha$ -Al、304：Si粒子、  
306：試料用小片、  
L：有効モールド長

【書類名】 図面

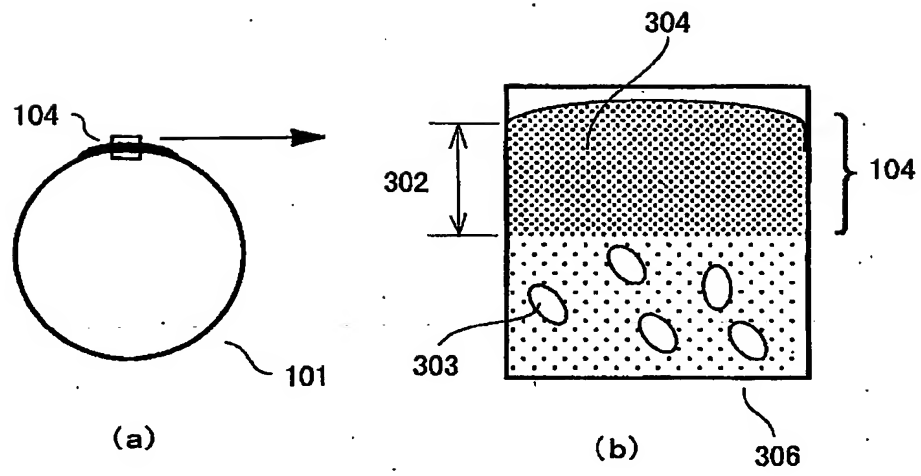
【図1】



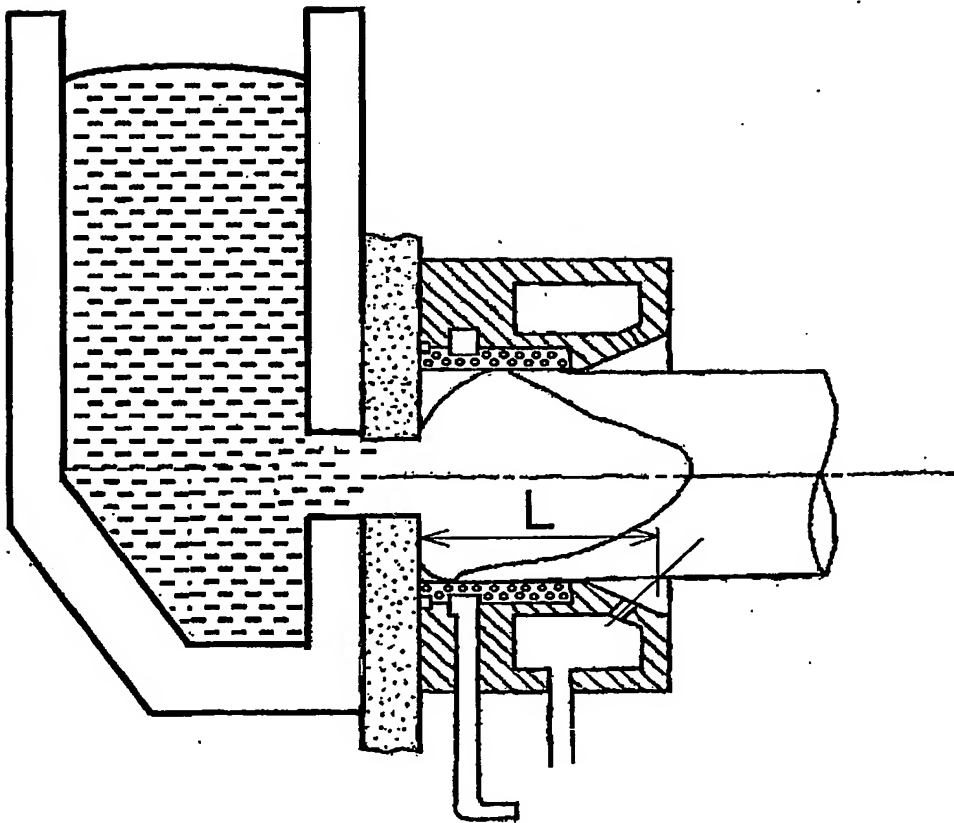
【図2】



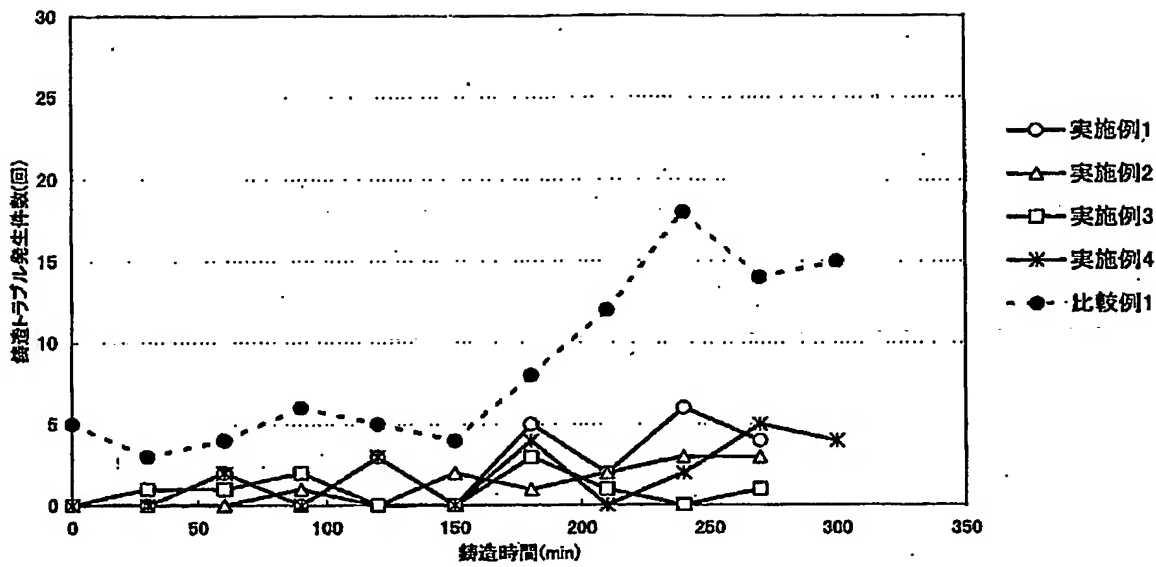
【図 3】



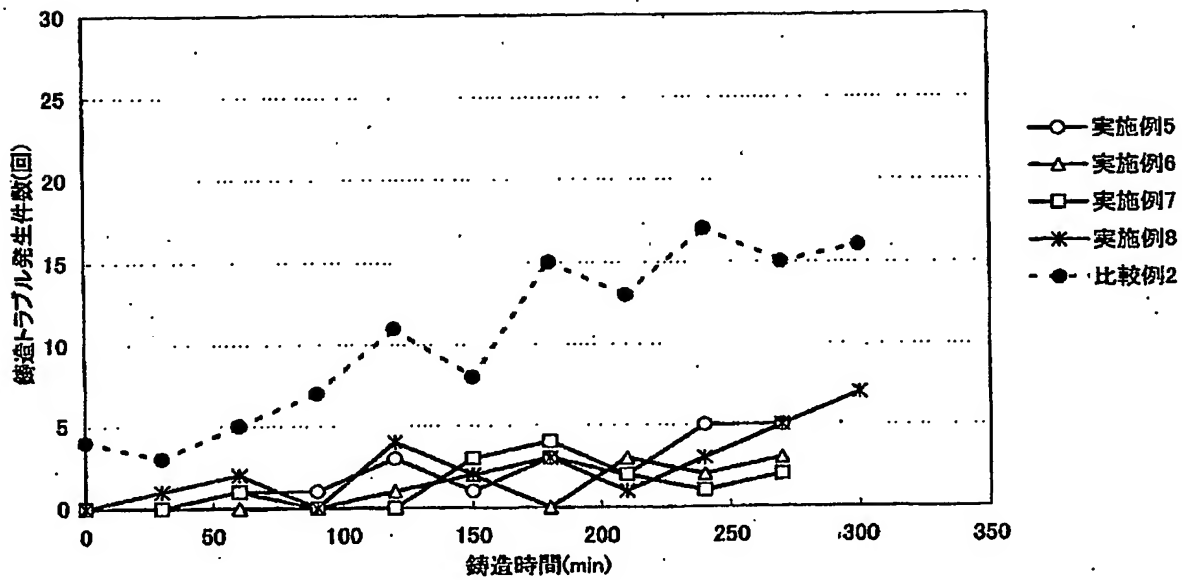
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 水平連続鋳造において、鋳肌の欠陥やブレークアウトの発生を抑えて良品質の鋳塊を安定して連続鋳造しうる連続棒の製造方法および連続棒を提供することを目的とする。

【解決手段】 中心軸がほぼ水平になるように保持され、強制冷却を有した筒状鋳型を用いる水平連続鋳造法にて製造されるアルミニウム合金連続鋳造棒において、連続鋳造棒の中心からの角（中心角）が30度以上の側面の表面に厚さ20  $\mu$ m以上のシリッチ組織部を有するアルミニウム合金連続鋳造棒によって解決される。

【選択図】 図1

特 2002-211883

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-211883
受付番号	50201067611
書類名	特許願
担当官	第六担当上席 0095
作成日	平成14年 7月23日

<認定情報・付加情報>  
【提出日】

平成14年 7月22日

次頁無

出 願 入 履 歴 情 報

識別番号

[000002004]

1. 変更年月日	1990年 8月27日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝大門1丁目13番9号
氏 名	昭和電工株式会社